

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)**(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup>:**

H01S 3/25, 3/00, G02B 27/09, 27/14

A1

**(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/13884****(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:**

9. Mai 1996 (09.05.96)

**(21) Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP95/04215**(22) Internationales Anmeldedatum:** 26. Oktober 1995 (26.10.95)**(30) Prioritätsdaten:**

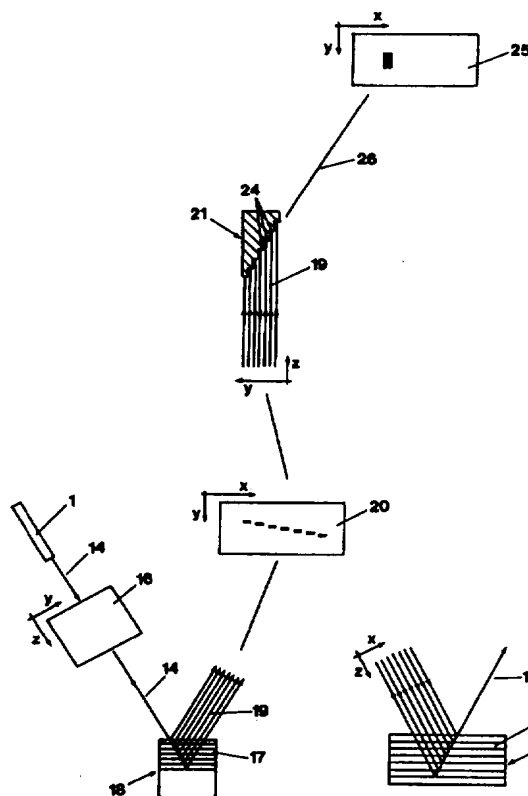
P 44 38 368.1 27. Oktober 1994 (27.10.94) DE

**(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):**  
FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG  
DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE];  
Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE).**(71)(72) Anmelder und Erfinder (nur für CN US):** DU, Kem-  
ing [CN/DE]; Alexianergraben 12, D-52062 Aachen (DE).  
LOOSEN, Peter [DE/DE]; Meischenfeld 54, D-52076 Korn-  
elimünster (DE).**(74) Anwalt:** GRIMM, Ekkehard; Kurt-Blaum-Platz 1, D-63450  
Hanau (DE).**(81) Bestimmungsstaaten:** CN, JP, US, europäisches Patent (AT,  
BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, SE).**Veröffentlicht***Mit internationalem Recherchenbericht.**Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen  
Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen  
eintreffen.***(54) Title:** ARRANGEMENT FOR GUIDING AND SHAPING BEAMS FROM A RECTILINEAR LASER DIODE ARRAY**(54) Bezeichnung:** ANORDNUNG ZUR FÜHRUNG UND FORMUNG VON STRAHLEN EINES GERADLINIGEN LASERDIO-  
DENARRAYS**(57) Abstract**

An arrangement in which a reflection lens system shapes and guides beams from a rectilinear laser diode array with beam outlet surfaces lying in a common plane is known. In order to map the beams from the individual laser diodes to form a substantially uniform radiation field or a radiation field pattern using such an arrangement, at least one first reflection component having a reflection surface is associated with each beam in order to bring together the individual outlet beams. The reflection surfaces are disposed in mutually offset planes, the offset corresponding sequentially to the sequence of the laser diodes in the array.

**(57) Zusammenfassung**

Es ist eine Anordnung zur Formung und Führung von Strahlen eines geradlinigen Laserdiodenarrays mit in einer gemeinsamen Ebene liegenden Strahlaustrittsflächen mittels einer Reflexionsoptik bekannt. Um mit einer solchen Anordnung die Strahlen der einzelnen Laserdioden zu einem im wesentlichen gleichmäßigen Strahlungsfeld oder einem Strahlungsfeldmuster abzubilden, ist zur Zusammenführung der einzelnen Austrittsstrahlen jedem Strahl mindestens ein erstes Reflexionselement mit einer Reflexionsfläche zugeordnet und sind die Reflexionsflächen in Ebenen angeordnet, die einen Versatz zueinander aufweisen, wobei der Versatz sequentiell der Reihenfolge der Laserdioden des Arrays entspricht.



### **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

"Anordnung zur Führung und Formung von Strahlen  
eines geradlinigen Laserdiodenarrays"

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Formung und Führung von Strahlen eines geradlinigen Laserdiodenarrays mit in einer gemeinsamen Ebene liegenden Strahlaustrittsflächen mittels einer Reflexionsoptik.

Durch die schnelle Weiterentwicklung der Hochleistungsdiodenlasertechnologie in den letzten Jahren werden vielseitige Anwendungen von Diodenlasern erschlossen. Von diesen ist z.B. das Pumpen von Festkörperlasern mittels Laserdioden zu nennen.

Eine besondere Eigenart von Diodenlasern ist der asymmetrische Querschnitt des Ausgangsstrahls, der aus der emittierenden Zone bzw. der Austrittsfläche austritt. Dieser Strahl besitzt eine im Querschnitt charakteristische, elliptische Form. Die große Achse dieses ellipsenförmigen Querschnitts verläuft senkrecht zu dem pn-Übergang der Diodenstruktur (auch als Fast-Richtung bezeichnet), während die kleine Achse parallel zu der Ebene des pn-Übergangs (auch als Slow-Richtung bezeichnet) verläuft. Zu diesem asymmetrischen Strahlquerschnitt kommt hinzu, daß die austretende Strahlung in Richtung der großen Achse, d.h. senkrecht zu der Ebene

## 2

des pn-Übergangs bzw. zu der aktiven Schicht, eine hohe Divergenz zeigt, mit einer Strahlöffnung von bis zu  $90^\circ$ , während in der Richtung der kleinen Achse diese Divergenz nur bei etwa  $10^\circ$  liegt.

Aufgrund des besonderen elliptischen Strahlquerschnitts und der großen Divergenz senkrecht zur aktiven Ebene (auch als Junction-Ebene bezeichnet) und einer relativ geringen Divergenz senkrecht dazu hängt der Einsatz solcher Diodenlaser entscheidend von der geeigneten Führung und Formung der Diodenlaserstrahlung ab, insbesondere auch dann, wenn viele solcher Laserdioden zu Laserdiodenfeldern oder -arrays zusammengefaßt werden.

Herkömmlich erfolgt die Führung und Formung der Laserdiodenstrahlung durch transmittive Optiken, wie Linsen und Prismen, die in den Strahlengang des aus der Austrittsöffnung der Laserdiode austretenden Strahlung eingefügt wird. In bestimmten Anwendungsfällen, beispielsweise in dem Fall des Diodenpumpens von Festkörperlasern, muß die Diodenstrahlung jeder Diode mit einer Linse auf den Festkörperstab fokussiert werden. Problematisch dabei ist es, eine Linse von einer extrem großen numerischen Apertur zu finden, mit der die Diodenstrahlung mit dem vorstehend beschriebenen Divergenzwinkel von etwa  $90^\circ$  in Richtung senkrecht zu der Ebene des pn-Übergangs vollständig erfaßt werden kann. Solche Linsen sind prinzipiell nur aus Glas mit sehr großem Brechungsindex herstellbar. Ein Nachteil ist allerdings der durch die großen Einfallswinkel hervorgerufene Reflexionsverlust in der Linse, der typischerweise höher als 20 % liegt und folglich den hohen Wirkungsgrad, den ein Diodenlaser unter anderem auszeichnet, herabsetzt.

Hochleistungslaserdioden haben typischerweise aktive Medien mit einem Querschnitt von  $1 \times 100 \text{ } \mu\text{m}$ . Weiterhin werden aus Kostengründen mehrere Laserdioden mit ihren Strahlaustrittsflächen nebeneinander oder in komplexen Feldern bzw. Arrays angeordnet. Zur Erzeugung von Strahlenfeldern sind hierbei Laserdioden, sofern sie in einer Reihe angeordnet sind, mit der großen Achse ihres elliptischen Strahlquerschnitts parallel zueinan-

## 3

der verlaufend angeordnet. Da die Strahlqualität in der schmalen Richtung beugungsbegrenzt ist und in der Junction-Ebene ca. 1.000-fach beugungsbegrenzt ist, kann die von einem Laserdiodenarray emittierte Strahlung nicht mit zylindrischen Linsen und sphärischen Linsen oder einer Kombination hieraus in einen kleinen und kreisförmigen Fleck fokussiert werden, was die Anwendung z.B. zur Einkopplung in einer optischen Faser oder das sogenannte "End-on-Pumpen" von Festkörperlasern, in Verbindung mit einem Laserdiodenarray einschränkt.

Ausgehend von der vorstehend angesprochenen Problematik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung anzugeben, die für auf einer Linie liegende und in einer gemeinsamen Ebene angeordnete Laserdioden einsetzbar ist und mit der die Strahlen der einzelnen Laserdioden zu einem im wesentlichen gleichmäßigen Strahlenfeld oder einem Strahlenfeldmuster abbildbar sind.

Diese Aufgabe wird bei einer Anordnung zur Formung und Führung von Strahlen eines geradlinigen Laserdiodenarrays mit in einer gemeinsamen Ebene liegenden Strahlaustrittsflächen mittels einer Reflexionsoptik dadurch gelöst, daß zur Zusammenführung der einzelnen Austrittsstrahlen jedem Strahl mindestens ein erstes Reflexionselement mit einer Reflexionsfläche zugeordnet ist und die Reflexionsflächen in Ebenen angeordnet sind, die einen Versatz zueinander aufweisen, wobei der Versatz sequentiell der Reihenfolge der Laserdioden des Arrays entspricht. Mit einer solchen Anordnung in ihrer einfachsten Ausführung können mit einer minimalen Anzahl von optischen Komponenten mit einem hohen Leistungsübertragungskoeffizienten die Strahlen in Form eines gewünschten Strahlungsfelds in einer Abbildungsebene abgebildet werden. Mit diesen einfachen Reflexionsflächen können die Strahlquerschnitte eines solchen Laserdiodenarrays, durch eine entsprechende Neigung der Reflexionsflächen zu dem einfallenden Strahl, so angenähert werden, daß die einzelnen Strahlungsfelder, die von den Austrittsfenstern der Laserdioden ausgehen, dicht nebeneinander gelegt sind. In einer weiteren Ausbildung der Anordnung

besitzen die einzelnen Reflexionsflächen jeweils einen unterschiedlichen Abstand zu den ihnen zugeordneten Strahl-Austrittsflächen der Laserdioden des Arrays, wobei der sich ändernde Abstand sequentiell der Reihenfolge der Laserdioden des Arrays entspricht. Entsprechend der Wahl des Abstandes der einzelnen Strahlaustrittsflächen der Laserdioden des Arrays zueinander wird vorzugsweise auch der Abstand der Reflexionsflächen sowie der Versatz der Reflexionsflächen zueinander ausgewählt und den Erfordernissen angepaßt. Vorzugsweise liegen jedoch die Zentren der bestrahlten Flächenbereiche der einzelnen Reflexionsflächen, auf die die jeweiligen Strahlen der einzelnen Laserdioden auftreffen, auf einer Geraden, d.h. diese Reflexionsflächen besitzen einen gleichen Versatz zueinander sowie einen sich um jeweils denselben Betrag ändernden Abstand zu den Strahlaustrittsflächen der Laserdioden in Bezug auf die aufeinanderfolgenden, in einer Reihe angeordneten Laserdioden eines Arrays.

Um mit einer einfachen optischen Anordnung die Strahlen zu einem geschlossenen Strahlungsfeld zusammenzuführen, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, der ersten Reflexionsflächen im Strahlengang jeder von einer Laserdiode ausgehenden Strahlung mindestens eine zweite, weitere Reflexionsfläche zuzuordnen. Diese zweiten Reflexionsflächen werden wiederum in Ebenen angeordnet, die einen Versatz zueinander und einen unterschiedlichen Abstand zu den ihnen zugeordneten ersten Reflexionsflächen aufweisen, wobei der Versatz und der sich ändernde Abstand der Reflexionsflächen wiederum sequentiell der Reihenfolge der ersten Reflexionsflächen entspricht. Je nach Anforderung an das zu bestrahlende Feld in der Abbildungsebene des Laserdiodenarrays können jeder zweiten Reflexionsfläche weitere Reflexionsflächen in Strahlrichtung folgen, wobei vorzugsweise die maximale Anzahl der aufeinanderfolgenden Reflexionsflächen, die ein Strahl durchläuft, vier beträgt.

Für ein einfaches, optisches Element, durch das die einzelnen Reflexionsflächen gebildet und geformt werden können, hat sich ein treppenartig aufgebauter Spiegel als vorteilhaft erwiesen. Ein solcher treppenartig

## 5

aufgebauter Spiegel kann durch einen entsprechend mit einer Spiegelfläche beschichteten Substratträger, beispielsweise durch Aufdampfen, bereitgestellt werden. Es ist allerdings auch möglich, einen solchen Treppentufenspiegel auf einem Glassubstrat mittels Diamantwerkzeugen einzuschleifen, wobei ein solcher Treppenstrufen-Spiegel den Vorteil hat, daß er äußerst stabil und verzugsfrei ist. Die erfindungsgemäße Anordnung hat den Vorteil, daß die jeweiligen ersten, zweiten sowie weiteren Reflexionsflächen durch ebene Spiegelemente gebildet werden können, die also sehr einfach herstellbar sind. Aufgrund dieses einfachen Aufbaus können dann auch Strahlen, die von Laserdiodenarrays mit mehreren Reihen Laserdioden ausgehen, in einer Abbildungsebene als zusammenhängendes Strahlungsfeld abgebildet werden, wobei jeder geradlinigen Reihe Laserdioden des Arrays eine oder mehrere Reflexionsanordnungen im Strahlengang zugeordnet werden, wie sie vorstehend beschrieben sind.

Eine weitere, bevorzugte Ausführung, um den jeweiligen von einer Laserdiode der Anordnung ausgehenden Strahl unter Berücksichtigung des vorstehend angegebenen Prinzips in einer Ebene so abzubilden, daß beispielsweise ein geschlossenes Strahlungsfeld erzeugt wird, ist dadurch gegeben, daß dem Strahl jeder Laserdiode ein stab- oder bandartiger Wellenleiter mit einem sich in Strahlrichtung öffnenden Keilwinkel zugeordnet ist, in dessen eine Stirnfläche der Strahl eintritt und an dessen gegenüberliegender Stirnfläche jeweils die dem Strahl zugeordnete erste Reflexionsfläche derart gebildet ist, daß der Strahl seitwärts austritt. Vorzugsweise besitzt der Wellenleiter zwei ebene Begrenzungsflächen, die von der Strahleintrittsseite zu der Strahlaustrittsseite unter einem Winkel zueinander verlaufen und auf einer gemeinsamen Ebene senkrecht stehen; der Winkel liegt hierbei im Bereich von  $5^\circ$  bis  $15^\circ$  und die Länge dieses Wellenleiters liegt im Bereich von 2 bis 10 mm. Durch einen solchen streifen- oder bandartigen Wellenleiter kann die von jeder Laserdiode ausgehende Strahlung definiert zu der ersten Reflexionsfläche geführt und auf dem Weg dorthin komprimiert werden. Ein solcher Wellenleiter ist so zu dem Strahl bzw. dem Austrittsfenster der Laserdiode angeordnet, daß

die beiden unter einem Winkel verlaufenden Flächen des Wellenleiters senkrecht zu der großen Achse des elliptischen Strahlquerschnitts stehen. Weiterhin hat ein solcher Keilwinkel-Wellenleiter den Vorteil, daß keine abbildende Optik benötigt wird und die Möglichkeit besteht, den (die) Wellenleiter und die Laserdioden auf einem gemeinsamen Substrat, bevorzugt Silizium, integriert aufzubauen.

Die Austrittsfläche jedes Wellenleiters kann derart zu der Ausbreitungsrichtung des Strahls in dem Wellenleiter abgeschrägt und verspiegelt werden, d.h. als Reflexionsfläche ausgebildet werden, daß der jeweilige Strahl unter einem definierten Winkel austritt und unter definiertem Versatz zu den Eingangsstrahlen in einer Abbildungsebene abgebildet wird. In dieser nach den Austrittsenden der Wellenleiter liegenden Abbildungsebene können wiederum jedem Strahl weitere Reflexionsflächen folgen, d.h. vorzugsweise eine weitere, zweite Reflexionsfläche, um die Strahlung in einer bestimmten Richtung zu führen bzw. zusammenzuführen so, daß aus den einzelnen Strahlquerschnitten ein geschlossenes Strahlungsfeld erzeugt wird.

In einer weiteren alternativen, erfindungsgemäßen Ausführung wird den Strahlen der Laserdioden ein gemeinsamer plattenartiger Wellenleiter mit einem sich in Strahlrichtung gesehen öffnenden Keilwinkel zugeordnet, in dessen eine Stirnfläche die Strahlen eintreten und an dessen gegenüberliegender Stirnfläche die Strahlen austreten, wobei sich der Abstand dieser Strahlaustritts-Stirnfläche von der ersten Laserdiode zu der letzten Laserdiode oder von den beiden äußersten Dioden zu einer mittleren Diode stetig vergrößert; auf die Strahlaustritts-Stirnfläche wird ein Glasstab mit rechteckigem Querschnitt direkt aufgesetzt, dessen der Strahlaustritts-Stirnfläche beabstandete, gegenüberliegende Fläche reflektierend ausgebildet ist und die Strahlen nach Totalreflexion aus einem Bereich des Glasstabs, zu dem sie hin reflektiert werden, der am weitesten von den Laserdioden entfernt ist, durch ein Strahlaustrittsfenster austreten. Mit einer solchen Anordnung wird der Vorteil erreicht,



daß entlang des Glastabs die einzelnen Strahlen der einzelnen Laserdioden zu einem gemeinsamen Strahlaustrittsfenster, das beispielsweise durch ein auf die schräge Fläche des Glasstabs aufgeklebtes Prisma gebildet werden kann, zusammengeführt werden, ohne daß hierzu weitere optische Elemente erforderlich sind. Wie bereits vorstehend hinsichtlich der Wellenleiter ausgeführt ist, verlaufen die Begrenzungsflächen des Wellenleiters unter einem Winkel zueinander, der im Bereich von  $5^\circ$  und  $15^\circ$  liegt bei einer Länge des Wellenleiters zwischen 5 und 20 mm. Es ist wiederum auch bei dieser Ausführungsform die Möglichkeit gegeben, zweite Reflexionsflächen im Strahlengang jeder Laserdiode anzuordnen, die zusammen einen treppenartig aufgebauten, zweiten Spiegel bilden. Dies setzt allerdings eine Führung des plattenartigen Wellenleiters derart voraus, daß auf der der Strahleintrittsseite gegenüberliegenden Seite des Wellenleiters die Strahlen jeweils einzeln austreten und dann jedem Strahl ein gesondertes Austrittsfenster, beispielsweise in Form eines Prismas, zugeordnet wird und der jeweilige Strahl von dieser Austrittsfläche auf die ihm zugeordnete zweite Reflexionsflächen des treppenartigen zweiten Spiegels fällt.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird den Strahlen jeder Laserdiode ein gemeinsamer plattenartiger Wellenleiter mit vier Stirnflächen zugeordnet; jeweils zwei der Stirnflächen verlaufen parallel zueinander. In eine Stirnfläche dieses plattenartigen Wellenleiters werden die Strahlen, die von dem Laserdiodenarray ausgehen, an versetzten Stellen eingekoppelt und innerhalb dieses plattenartigen Wellenleiters definierten Totalreflexionen unterworfen, so daß die Strahlen der einzelnen Laserdioden in dem plattenförmigen Wellenleiter zusammengeführt und durch ein gemeinsames Strahlaustrittsfenster, das wiederum durch ein auf eine Stirnfläche aufgeklebtes Prisma gebildet werden kann, austreten. Vorzugsweise verlaufen jeweils benachbarte Stirnflächen unter einem Winkel von  $90^\circ$  zueinander, d.h. der plattenartige Wellenleiter besitzt eine quadratische oder rechteckige Form.

Je nach Art der Optik, die die ersten Reflexionsflächen bildet, kann zur

Strahlführung eine Abbildungsoptik zwischen den Strahlaustrittsfenstern der einzelnen Laserdioden und den ersten Reflexionsflächen, beispielsweise dem Treppenstufenspiegel, eingefügt werden, und zwar in Form eines streifen- oder bandartigen Wellenleiters mit einem in Strahlrichtung sich öffnenden Keilwinkel, in dessen eine Stirnfläche der Strahl eintritt und aus dessen gegenüberliegender, der ersten Reflexionsfläche benachbarter Stirnfläche jeweils austritt.

In einer weiteren erfindungsgemäßen Anordnung wird dem Strahl jeder Laserdiode zunächst ein streifen- oder bandartiger Wellenleiter mit sich in Strahlrichtung öffnendem Keilwinkel zugeordnet, wie dies bereits schon mehrfach vorstehend beschrieben ist, wobei die einzelnen Wellenleiter unter einem sich nähernden Abstand zueinander verlaufen und in einem gemeinsamen, plattenartigen Wellenleiter zusammengefaßt sind und aus einer der Eintrittsseite des Wellenleiters gegenüberliegenden Fläche austreten. Der Wellenleiter ist wiederum mit einem sich öffnenden Keilwinkel in Strahlrichtung versehen.

Vorzugsweise werden die vorstehend angegebenen, einzelnen Reflexionsflächen zur Führung von Strahlen eines geradlinigen Laserdiodenarrays mit in einer gemeinsamen Ebene liegenden Strahlaustrittsflächen so zueinander ausgerichtet, daß die einzelnen Strahlen der Dioden nach der ersten Reflexionsfläche in einer Abbildungsebene treppenstufenartig zueinander versetzt sind, und nach der zweiten Reflexionsfläche in einer Abbildungsebene übereinander bzw. untereinanderliegen derart liegen, daß sie ein zusammenhängendes Strahlungsfeld bilden.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen. In der Zeichnung zeigt

Figur 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung zur Formung und Führung von Strahlen eines geradlinigen Laserdio-

denarrays mittels eines Treppenspiegels in einer schematischen Darstellung,

- Figur 2 den Treppenspiegel der Figur 1 in einer schematischen, perspektivischen Darstellung mit dem Verlauf der einfallenden Strahlung,
- Figur 3 den Strahlverlauf der Anordnung nach Figur 1 und Figur 2 in einer zu der Darstellung der Figur 1 gedrehten Ebene,
- Figur 4 ein Laserdiodenarray mit mehreren Laserdioden,
- Figur 5 schematisch eine Laserdiode des Arrays der Figur 4 mit dem aus der Strahlaustrittsfläche austretenden, typischen Strahlkegel,
- Figur 6 und 7 eine schematische Darstellung einer alternativen, zweiten Ausführungsform der Erfindung unter Verwendung von zwei Treppenspiegeln,
- Figur 8 eine Ausführungsform ähnlich der Ausführungsform der Figuren 1 bis 3 mit einer speziellen Abbildungsoptik,
- Figur 9 einen Schnitt entlang der Schnittlinie IX-IX in Figur 8,
- Figur 10 einen Schnitt entlang der Schnittlinie X-X in Figur 8,
- Figuren 11 bis 13 eine dritte Ausführungsform einer Anordnung zur Führung und Formung der Laserdiodenarraystrahlung mittels einzelner Wellenleiter in verschiedenen Ansichten,
- Figur 14 das Strahlungsmuster in einer Abbildungsebene, das mit der Anordnung nach den Figuren 11 bis 13 erhalten wird,

## 10

- Figuren 15 bis 21 eine vierte Ausführungsform der Erfindung, ähnlich der dritten Ausführungsform, wie sie in den Figuren 11 bis 14 dargestellt ist, wobei diese Anordnung der vierten Ausführungsform zur Führung und Formung der Strahlung aus zwei Wellenleiteranordnungen aufgebaut ist,
- Figur 22 eine fünfte Ausführungsform der Erfindung zur Formung und Führung von Strahlen eines geradlinigen Laserdiodenarrays,
- Figur 23 einen Schnitt entlang der Linie XXIII-XXIII in Figur 22,
- Figur 24 eine sechste Ausführungsform der Erfindung einer optischen Anordnung zur Formung und Führung von Diodenlaserstrahlung unter Verwendung einer rechtwinkligen Prismascheibe,
- Figur 25 einen Schnitt entlang der Schnittlinie XXV-XXV in Figur 24,
- Figur 26 eine zu der Ausführungsform der Figuren 22 und 23 alternative Ausführung einer Prismascheibe in einer Draufsicht,
- Figur 27 eine sechste Ausführungsform der Erfindung zur Formung und Führung von Strahlen eines geradlinigen Laserdiodenarrays,
- Figur 28 eine Draufsicht auf die Anordnung der Figur 27 aus Richtung des Sichtpfeils XXIII in Figur 27,
- Figur 29 eine alternative Ausführungsform des Wellenleiterteils der Figur 27,
- Figur 30 eine Ansicht auf die Anordnung der Figur 29 aus Richtung des Sichtpfeils XXX in Figur 29,
- Figur 31 eine Ansicht auf die Anordnung der Figur 29 aus Richtung des

Sichtpfeils XXXI in Figur 29, und

Figur 32 eine siebte Ausführungsform der Erfindung eines Wellenleiters mit Torsion.

Die Erfindung befaßt sich mit der Formung und Führung von Strahlen eines geradlinigen Laserdiodenarrays 1, bei dem eine Mehrzahl emittierender Laserdioden 2, in dem Beispiel der Figur 4 insgesamt acht solcher Laserdioden 2, auf einer geraden Linie und in einer gemeinsamen Ebene 3 mit den Strahlaustrittsflächen 4 liegen. Eine typische Struktur einer Laserdiode 2 ist in Figur 5 dargestellt. Die Anordnung besitzt eine stark dotierte  $p^+$ -Phase 5, eine p-Phase 6 und eine n-Phase 7. Die Strahlaustrittsfläche 4 einer emittierenden Zone des aktiven Mediums besitzt eine gewisse Ausdehnung in Richtung der Ebene des Übergangs der p-Phase 5 und der n-Phase 7, während sie relativ schmal senkrecht zu diesen Ebenen verläuft. Aufgrund der Geometrie des aktiven Mediums tritt aus der Strahlaustrittsfläche 4 der in Figur 5 angedeuteten typische Strahlenkegel aus, der einen elliptischen Querschnitt besitzt, wobei die große Achse 8 senkrecht zu der Ebene des pn-Übergangs verläuft, während die kleine Achse 9 des elliptischen Querschnitts parallel zu der Ebene des pn-Übergangs verläuft. Typischerweise ist die große Ausdehnung des Strahlkegels senkrecht zu der Ebene des pn-Übergangs, die auch als "Fast-Richtung" bezeichnet wird, mit einem Divergenzwinkel 10 von etwa  $90^\circ$  behaftet, während der Strahlkegel in Richtung der kleinen Achse 9 bzw. senkrecht zu der Fast-Richtung, die auch als "Slow-Richtung" bezeichnet wird, einen Divergenzwinkel 11 von ca.  $10^\circ$  besitzt. Eine typische Abmessung des aktiven Mediums bzw. der entsprechenden Strahlaustrittsfläche 4 beträgt  $100\text{ }\mu\text{m}$  in der Längsrichtung 12, d.h. in der Richtung der kleinen Achse 9 des Strahlquerschnitts, während die Abmessung in der Querrichtung 13, d.h. in Richtung der großen Achse 8 des Strahlquerschnitts, etwa  $1\text{ }\mu\text{m}$  beträgt. In typischen Laserdiodenanordnungen werden bis zu 24 Laserdioden auf einem Array 1, wie es die Figur 4

zeigt, mit einer Länge von einem Zentimeter integriert.

In einer ersten Ausführungsform der Erfindung, die in den Figuren 1 bis 3 dargestellt ist, wird die von einem Laserdiodenarray 1 ausgehende Strahlung 14, d.h. die einzelnen Strahlkegel 15 der einzelnen Laserdioden 2, über eine Abbildungsoptik 16, die in Figur 1 nur schematisch dargestellt ist, auf einzelne, erste Reflexionsflächen 17 eines Treppenstufenspiegels 18 abgebildet. An den einzelnen ersten Reflexionsflächen 17 des Treppenstufenspiegels 18 werden die einzelnen Strahlen 15 reflektiert und die reflektierten Strahlen zu einer Abbildungsebene 20 hin abgebildet. Es ist vorteilhaft, daß der Einstrahlwinkel in der xz-Ebene auf die ersten Reflexionsflächen 17 und die Stufenhöhe, d.h. der seitliche Versatz der einzelnen Reflexionsflächen 17, sowie gegebenenfalls der Abstand der Reflexionsflächen 17 von den Strahlaustrittsflächen 4, die in Figur 1 in der xy-Ebene liegend angedeutet sind, so abgestimmt werden, daß sich in der xz-Ebene die Strahlung aller Laserdioden 2 des Laserdiodenarrays 1 in einem Strahl vereinen. In der dazu senkrechten Ebene (yz-Ebene) werden der Einstrahlwinkel und die Orientierung des Treppenspiegels 18 so abgestimmt, daß die von in etwa waagrechten Spiegelsegmenten reflektierten Strahlen 19 nicht von den folgenden, senkrechten Segmenten des Treppenstufenspiegels 18 weg reflektiert werden. Dies führt gleichzeitig zum relativen Versatz der Teilstrahlen in der yz-Ebene, so daß die Teilstrahlen den einzelnen Laserdioden 2 in der schmalen Richtung (y-Richtung) nebeneinander angeordnet werden. Die Strahlqualität entlang der y-Achse ist um einen Faktor der Laserdiodenzahl verringert und gleichzeitig erhöht sich die Strahlqualität in der Junction-Ebene (x-Richtung) um den gleichen Faktor. Dadurch werden die Strahlqualitäten in beiden Richtungen vergleichbar und die Gesamtstrahlung des Laserdiodenarrays 1 kann in einem kreisförmigen Fleck fokussiert werden. Figur 3 zeigt eine Ansicht der xy-Ebene sowie die Ausgangsstrahlmuster in der Ausgangsebene 20. Diese Ausgangsstrahlen können mit der nachgeschalteten Optik in einen quasi kreisförmigen Fleck abgebildet werden.

## 13

Während in der ersten Ausführungsform, wie sie in den Figuren 1 bis 3 gezeigt ist, die Strahlung über einen einzelnen Treppenstufenspiegel 18 zu einem geschlossenen Strahlungsfeld in der Abbildungsebene zusammengeführt wird, stellen die Figuren 6 und 7 eine zweite Ausführungsform dar, nach der neben einem ersten Treppenstufenspiegel 18 im Strahlengang ein zweiter Treppenstufenspiegel 21 eingesetzt wird.

An dieser Stelle ist anzumerken, daß in den einzelnen Figuren hinsichtlich der verschiedenen Ausführungsformen identische oder vergleichbare Bauteile mit denselben Bezugszeichen bezeichnet sind.

Wie die Darstellung der Figur 6 zeigt, wird die Strahlung 14 der Laserdioden des Laserdiodenarrays 1 wiederum über eine Abbildungsoptik 16 auf die ersten Reflexionsflächen 17, die durch einen ersten Treppenstufenspiegel 18 gebildet werden, abgebildet. Die reflektierte Strahlung 19 zeigt nach dem Treppenstufenspiegel 18 in einer in der yz-Ebene aufgespannten Abbildungsebene 20 ein stufenförmig zueinander versetztes, äquidistant beabstandetes Strahlmuster, wie dies schematisch gezeigt ist. Zum Vergleich ist in Figur 7 das Strahlungsmuster in der rechten, oberen Abbildungsebene hinter den Strahlaustrittsflächen der Laserdioden des Laserdiodenarrays 1 dargestellt, während in der unteren Abbildungsebene 23 das Strahlmuster der Strahlung 14 gezeigt ist, bevor die Strahlung 14 auf die einzelnen Reflexionsflächen 17 des Treppenstufenspiegels 18 fällt. Wie die beiden Abbildungsebenen 22 und 23 zeigen, verlaufen die bestrahlten Felder in der Abbildungsebene 23 auf einer geraden Linie mit einem äquidistanten Abstand zueinander. Nach dem Treppenstufenspiegel 18 wird die reflektierte Strahlung 19 auf den zweiten Treppenstufenspiegel 21 geführt. Der Einstrahlwinkel und die Stufenhöhe des ersten Treppenstufenspiegels 18 sind so eingestellt, daß der durch die Reflexion erzeugte Versatz etwas größer als die Dimension eines einzelnen Diodenstrahls in der Abbildungsebene der vorgeschalteten Abbildungsoptik in der y-Richtung (Fast-Richtung) ist. Der zweite Treppenstufenspiegel 21, an dem die Strahlung 19 bzw. die einzelnen Strahlen an zweiten

Reflexionsflächen 24 reflektiert werden, ist hinsichtlich des Einstrahlwinkels und der Stufenhöhe so eingestellt, daß in einer hinter dem zweiten Treppenstufenspiegel 21 liegenden Abbildungsebene (xy-Ebene) 25 alle Teilstrahlen in der y-Richtung nebeneinander angeordnet sind und dort ein gleichförmiges, geschlossenes Strahlungsfeld bilden.

In den Figuren 8 bis 10 ist eine der Figur 1 entsprechende Abbildung dargestellt, wobei die Abbildungsoptik 16 der Figur 1 zwischen dem Laserdiodenarray 1 und dem ersten Treppenstufenspiegel 18 als Alternative zu konventionellen Mikro- und Makrooptiken, wie zylindrische und sphärische Linsen, in der Form von streifenartigen Wellenleitern 27 auf einem Trägerkörper 28 aufgebracht gebildet ist. Jeder Wellenleiter 27 besitzt einen Keilwinkel in der Fast-Richtung des Strahls der ihm zugeordneten Laserdiode, wobei der Keilwinkel, d.h. der Winkel zwischen der Basisfläche 29, mit der der Wellenleiter 27 mit dem Trägerkörper 29 verbunden ist, und der Außenfläche 30, etwa  $10^\circ$  beträgt. Die Diodenstrahlung wird in einen solchen Wellenleiter 27 von der schmalen Stirnfläche 31 aus eingekoppelt und tritt aus der gegenüberliegenden, großen Stirnfläche 32 aus. Der Keilwinkel dient zur Reduzierung der Divergenz in der Fast-Richtung. Jeder Wellenleiter 27 besitzt mindestens die Breite 33 (Figur 10) entsprechend einer einzelnen Laserdiode bzw. deren Strahlaustrittsfläche 4. An der schmalen Stirnfläche 31 beträgt die Höhe der Stirnfläche 31 einige  $\mu\text{m}$  bis einige  $10 \mu\text{m}$ , während an der großen Stirnfläche 32 die Höhe  $10 \mu\text{m}$  bis etwa  $100 \mu\text{m}$  beträgt. Diese streifenartigen Wellenleiter 27 können zum Beispiel durch Beschichtungsverfahren auf dem Trägerkörper 28 aufgebracht werden. Sie können allerdings auch durch auf den Träger aufgekittete Glaskeilplättchen gebildet werden. Eine Alternative zu einzelnen, streifenartigen Wellenleitern 27 ist dadurch gegeben, daß die einzelnen Wellenleiter 27, wie sie in den Figuren 8 bis 10 dargestellt sind, in einem gemeinsamen Bandwellenleiter mit entsprechenden Keilwinkel zusammengefaßt werden, wie dies durch den Rahmen 34 in Figur 8 angedeutet ist. Die Abbildungsebene 23 zeigt wiederum die Strahlungsfelder auf der Austrittsseite der Wellenleiter 27, bevor sie auf den Trep-



penstufenspiegel 28 fallen, während die Abbildungsebene 20 der Abbildungsebene 20 der Figur 3 entspricht.

Die Figuren 11 bis 14 zeigen eine dritte Ausführungsform zur Führung und Formung der Strahlung eines Laserdiodenarrays 1, das allerdings in den Figuren nicht dargestellt ist. Für diese Anordnung werden einzelne Wellenleiter 35, von denen jeder einer Laserdiode 2 zugeordnet ist, auf einem mit einer Treppenstufenstruktur 37 geformten Träger 36 aufgebracht. Bei den Wellenleitern 35 handelt es sich um Streifen, die von der Strahleintrittsseite 38 zu der Strahlaustrittsseite 39 einen Keilwinkel besitzen. Wie weiterhin anhand der Figuren 12 und 13 zu erkennen ist, ist die Treppenstufenstruktur 37 von der Strahleintrittsseite 38 zu der Strahlaustrittsseite 39 schräg; die einzelnen Wellenleiter 35 verlaufen entsprechend zunehmend schräger. Die Strahleintrittsseiten 38 liegen entsprechend der Anordnung der Strahlaustrittsflächen 4 der einzelnen Laserdioden auf einer geraden Linie, während die Strahlaustrittsseiten 38 einen Abstand und eine Versetzung zueinander so besitzen, wie dies der Treppenstufenstruktur 37 entspricht. Wie in der Figur 11 dargestellt ist, sind alle Enden der Wellenleiter 27 auf der Strahlaustrittsseite 39 in der Draufsicht auf den Träger 36 bzw. die Wellenleiter 27 mit abgeschrägten Endflächen 40 versehen, die ersten Reflexionsflächen bilden, an denen sie durch Totalreflexion reflektiert und damit umgelenkt werden, wie die reflektierten Strahlen 19 zeigen, und aus der Seitenfläche jedes Wellenleiters 27 ausgekoppelt werden. Durch die Stufenstruktur des Trägers 36 und damit der abgestuften Anordnung der Strahlaustrittsseiten 39 bzw. der abgeschrägten Endflächen 40 werden die Strahlen der verschiedenen Dioden in unterschiedlichen Höhen ausgekoppelt und übereinander gestapelt, wie das Abbildungsmuster in einer Abbildungsebene, die in Figur 14 dargestellt ist, zeigt. Der Keilwinkel der einzelnen Wellenleiter 27 führt zu einer Reduzierung des Divergenzwinkels der Strahlung der entsprechenden Laserdiode in der Fast-Richtung.

In den Figuren 15 bis 21 ist eine weitere, vierte Ausführungsform der

Erfindung dargestellt. Im Gegensatz zu der dritten Ausführungsform, die anhand der Figuren 11 bis 14 beschrieben wurde, werden in dieser Ausführungsform zwei wellenleitende Teile eingesetzt mit ersten Wellenleitern 35 (Figuren 15 bis 17) und zweiten Wellenleitern 41 (Figuren 19 bis 20). Die ersten Wellenleiter 35 entsprechen in ihrem prinzipiellen Aufbau der Anordnung der Figuren 11 bis 13. Wie ein Vergleich der Figur 16 mit der Figur 12 der zuvor beschriebenen Ausführungsform zeigt, sind die Höhen der einzelnen Stufen der Stufenstruktur 37 geringfügig flacher gewählt. Die Wellenleiter 35 können wiederum mit einem Keilwinkel versehen sein, wie die Figur 17 zeigt. Die Diodenstrahlen werden an der einen Seite eingekoppelt, wo alle Wellenleiter 35 auf einer Linie in einer gemeinsamen Ebene liegen. Die Endflächen 40 sind abgeschrägt, so daß wiederum die Diodenstrahlung von der abgeschrägten Endfläche 40 unter Totalreflexion jeweils an der Seitenfläche ausgekoppelt wird. Über den Enden der ersten Wellenleiter 35 ist, wie in Figur 15 durch die unterbrochene Linie 41 dargestellt und in Figur 19 in einer Seitenansicht gezeigt ist, der zweite Wellenleiter 41 so angeordnet bzw. optisch verbunden, daß die aus dem ersten Wellenleiter 35 austretenden Diodenstrahlen in Eintrittsfenster 42 eintreten. Mit diesem zweiten Wellenleiter 41 werden die Strahlen zusammengefaßt, so daß die aus dem zweiten Wellenleiter 41 austretende Strahlung ein Strahlungsfeld in einer Abbildungsebene erzeugt, wie dies in Figur 21 dargestellt ist. Wie die Draufsicht der Figur 18 aus Richtung des Sichtpfeils XVIII in Figur 19 sowie die Draufsicht der Figur 20 auf den Wellenleiter 41 aus Richtung des Sichtpfeils XX in Figur 19 zeigt, sind die einzelnen Wellenleiter flache Plättchen, die aufeinandergeklebt sein können, oder sie können durch eine entsprechend geformte, einstückige Platte hergestellt sein. Mit solchen Wellenleitern, wie sie in den Figuren 11 bis 20 gezeigt sind, ist gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, den Träger 36 und den Träger des Diodenarrays in Form eines einzigen Substratträgers aufzubauen, der dann gegebenenfalls im Bereich der Wellenleiter, wie dargestellt, strukturiert wird.

Eine fünfte Ausführungsform, wie sie in den Figuren 22 und 23 dargestellt ist, zeigt ein Laserdiodenarray 1 mit einzelnen Laserdioden 2, deren Strahlung jeweils in einen Wellenleiter 43, der in Strahlrichtung gesehen einen Keilwinkel, wie dies bereits beschrieben wurde, aufweist, eingekoppelt wird. Die einzelnen, jeweils einer Laserdiode 2 zugeordneten Wellenleiter 43 verlaufen in der Draufsicht aufeinander zu, so daß sich deren Abstand zueinander verringert. In Strahlrichtung gesehen gehen die einzelnen Wellenleiter 43 am Ende, wo sich die einzelnen Wellenleiter 43 berühren, in einen plattenartigen Wellenleiter 44 über, der sich in seinem Winkel zu einem Träger 45 entsprechend dem Keilwinkel der einzelnen Wellenleiter 43 fortsetzt, wie in der Figur 23 zu erkennen ist. In Figur 22 ist jeweils in den beiden unteren Wellenleitern 43 ein einzelner Strahlungs-Strahl dargestellt. Die Seitenflächen der Wellenleiter bilden in dieser Anordnung jeweils erste, zweite bzw. weitere Reflexionsflächen, die zueinander versetzt sind. Eine solche Anordnung besitzt einen Vorteil dahingehend, daß die gesamte Wellenleiterstruktur in einer Ebene liegt und somit plane Trägerplatten 45 verwendet werden können; auch ist die Möglichkeit gegeben, den Substratträger des Laserdiodenarrays 1 und die Trägerplatte 45 als einen einzigen Träger, beispielsweise aus Silizium, aufzubauen, wodurch eine äußerst stabile und kompakte Anordnung erzielt wird, deren Vorteile auf der Hand liegen.

Eine sechste Ausführungsform ist in den Figuren 24 bis 26 dargestellt. In Figur 24 wird die Strahlung einzelner Dioden eines Laserdiodenarrays 1, die wiederum geradlinig in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, in eine erste Seitenfläche 46 einer quadratischen Prismascheibe 47 unter einem Einfallswinkel von etwa  $45^\circ$  eingekoppelt. Diese Prismascheibe ist als dünnes Plättchen mit einer gleichförmigen Dicke ausgebildet, wie die Figur 25 zeigt. Die in die Prismascheibe 47 eingekoppelten Strahlen werden an den einzelnen Seitenflächen 46 jeweils reflektiert. Wie anhand der in der Prismascheibe 47 angedeuteten Strahlenverläufe der einzelnen, eingekoppelten Strahlen zu erkennen ist, wird der der Seitenfläche 46 nächstliegende Strahl an der der Eintritts-Seitenfläche 46 gegenüberlie-

genden Seitenfläche reflektiert, an der dann anschließenden Seitenfläche wiederum reflektiert, dann zu der benachbarten Seitenfläche reflektiert usw., bis er dann nach einem Umlauf aus der einen Seitenfläche 46 herausgeführt wird, wozu ein Strahlaustritts-Prisma 48 aufgeklebt ist. Der diesem der Seitenfläche nächstliegende Strahl folgende Strahl läuft einmal mehr um die Seitenflächen 46 herum so lange, bis er mit dem Strahl der ersten Diode zusammentrifft. Auch dieser Strahl tritt dann aus dem Prisma-Austrittsfenster 48 aus. Wie anhand der einzelnen Strahlenverläufe zu erkennen ist, wird die jeweils einer Diode folgenden Strahlung der nächsten Diode um einen Umlauf mehr als die Strahlung der vorhergehenden Diode innerhalb der Prismascheibe 47 reflektiert. Jeder Teilstrahl wird also so oft reflektiert, bis er auf die Stelle trifft, wo das Prisma-Austrittsfenster 48 aufgeklebt ist.

Figur 26 stellt eine alternative Geometrie der Prismascheibe 47 der Figur 24 dar, wobei die Prismascheibe 49 der Figur 26 in der Draufsicht eine Raute mit jeweils parallelen, gegenüberliegenden Seitenflächen 48 besitzt.

Die Strahlen des Laserdiodenarrays 1 können in den Anordnungen nach den Figuren 25 und 26 in die Eintritts-Seitenfläche 46 jeweils mittels eines Wellenleiters 50 eingekoppelt werden, wie er in den Figuren 29 und 30 dargestellt ist und nachfolgend beschrieben wird. Weiterhin ist es bevorzugt, die Laserdioden und alle Wellenleiterteile auf einem gemeinsamen Substrat anzuordnen, um einen kompakten, einfachen und dimensionsstabilen Aufbau zu erzielen.

Die Figuren 27 und 28 zeigen eine siebte Ausführungsform der Erfindung. In diesem Beispiel ist dem Laserdiodenarray 1 eine Optikanordnung mit einem Wellenleiter 50 mit einer dreieckigen Grundfläche zugeordnet. Durch die dreieckige Form des Wellenleiters 50 verläuft dessen Strahlaustrittsseite 51 auf der einen Seite näher zu dem Laserdiodenarray hin als an dem anderen Ende derart, daß von Laserdiode zu Laserdiode bzw. von Strahl zu

Strahl ein gleicher Versatz vorhanden ist. Vor der Strahlaustrittsfläche 51 ist ein Glasstäbchen 52 angeklebt. Der Wellenleiter 50 kann ähnlich der Figuren 29 bis 31 ausgeführt werden und er unterteilt sich in zwei Segmente 53, 54. Das Segment 53 an der schmalen Seite, wo die Laserdiodenstrahlen eintreten, weist einen Keilwinkel auf, der ähnlich der bereits beschriebenen Ausführungsformen zur Reduzierung der Divergenz in der Fast-Richtung dient. Das zweite Segment 54 in Form des Dreiecks weist keinen solchen Keilwinkel auf. Das Glasstäbchen 52, das die Figur 27 zeigt, besitzt einen rechteckigen Querschnitt. Der winkelige Verlauf der Strahlaustrittsseite 51 des dreieckigen Wellenleiters 50 zu der Ebene der Strahlaustrittsfläche der Laserdioden des Arrays 1 wird so festgelegt, das die Strahlung des Arrays 1 in das Glasstäbchen 52 eingestrahlt werden kann und gleichzeitig innerhalb des Glasstäbchens 52 durch Totalreflexion an den Innenflächen, die die Reflexionsflächen bilden, geleitet wird. Die Auskopplung aus dem Glasstäbchen erfolgt an der Stelle, an der ein kleines, dreieckiges Prisma 55 aufgekittet ist und die totale Reflexion unterbrochen ist. Alternativ kann der Wellenleiter 50 zwei schräge Flächen aufweisen und das Glasstäbchen zweigeteilt sein, wie durch die unterbrochene Linien 56 angedeutet ist, so daß die einzelnen in das Glasstäbchen 51 eingekoppelten Strahlen von beiden äußeren Seiten der Anordnung zur Mitte hin geführt werden und durch ein in diesem Fall dann in der Mitte aufgekebbtes Austritts-Prisma austreten. Der einteilige Wellenleiter 50 kann auch durch einzelne Wellenleiterstäbe (nicht dargestellt) entsprechend der früheren Ausführungsformen ausgeführt werden. Schließlich ist es auch möglich, die Laserdiodenarray-Strahlung direkt in das Glasstäbchen einzukoppeln, jedoch ist der Einsatz eines Wellenleiters 50 bevorzugt. An Stelle des Glasstäbchens 50 kann auch ein Hohlwellenleiter aus vier verspiegelten Flächen verwendet werden. Eine dieser Flächen hat dann eine Linienförmige Apertur, durch die die Strahlung in den Hohlraum eingestrahlt wird. In dem Hohlwellenleiter wird die Strahlung durch mehrfache Reflexion zu einer Austrittsöffnung geleitet.

Eine achte Ausführungsform der Erfindung zur Formung und Führung von

Strahlen eines Laserdiodenarrays 1 ist in der Figur 32 dargestellt. Bei dieser Ausführung handelt es sich um eine Wellenleiterplatte 57, die in Strahlrichtung gesehen, durch den Pfeil 58 angedeutet, einen Keilwinkel derart besitzt, daß sich in diese Richtung die Wellenleiterplatte von einer kleinen Strahleintrittsfläche 59 in Richtung der großen Achse des Strahlquerschnitts der einzelnen Laserdioden 2 zu einer Strahlaustrittsfläche 60 hin öffnet. Weiterhin nimmt die Breite, d.h. die Erstreckung der Wellenleiterplatte 57 in Richtung der Erstreckung der Laserdioden 2, ebenfalls ab, wie in der Figur zu erkennen ist. Darüberhinaus besitzt diese Wellenleiterplatte 57 in der Strahlrichtung 58 eine Torsion derart, daß die Platte 57 um eine Mittelachse um  $180^\circ$  von der Strahleintrittsseite 59 zu der Strahlaustrittsseite 60 hin verdrillt ist. Die einzelnen Unterteilungslinien in dieser Darstellung dienen zum Zwecke der klareren Darstellung dieser Wellenleiterplatte 57, können aber auch als einzelne Reflexionsflächen für die Strahlung angesehen werden. Innerhalb dieses plattenartigen Wellenleiter-Torsionskörpers 57 werden die Strahlen total reflektiert und in beiden Strahlrichtungen, d.h. sowohl in der Fast-Richtung als auch in der Slow-Richtung, komprimiert, so daß die eingestrahlte Strahlung aus dem Strahlaustrittsfenster 60 austritt. Diese Ausführungsform hat den besonderen Vorteil, daß alle Diodenstrahlen in einem Strahl vereinigt werden.

## Patentansprüche

1. Anordnung zur Formung und Führung von Strahlen eines geradlinigen Laserdiodenarrays mit in einer gemeinsamen Ebene liegenden Strahlaustrittsflächen mittels einer Reflexionsoptik,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Zusammenführung der einzelnen Austrittsstrahlen (14) jedem Strahl (15) mindestens ein erstes Reflexionselement (18, 35; 43, 44; 47; 49; 50; 52; 57) mit einer Reflexionsfläche (17; 40; 46) zugeordnet ist und die Reflexionsflächen in Ebenen angeordnet sind, die einen Versatz zueinander aufweisen, wobei der Versatz sequentiell der Reihenfolge der Laserdioden (2) des Arrays (1) entspricht.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflexionsflächen (17) jeweils einen unterschiedlichen Abstand zu den ihnen zugeordneten Strahl-Austrittsflächen (4) aufweisen und der sich ändernde Abstand sequentiell der Reihenfolge der Laserdioden (2) des Arrays (1) entspricht.

## 2 2

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentren der bestrahlten Flächenbereiche der einzelnen, ersten Reflexionsflächen (17) auf einer Geraden liegen.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Versatz und die jeweilige Abstandsänderung benachbarter, erster Reflexionsflächen (17) von gleicher Größe sind.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jeder ersten Reflexionsfläche (17) mindestens eine weitere, zweite Reflexionsfläche (24) zugeordnet ist und diese zweiten Reflexionsflächen (24) in Ebenen angeordnet sind, die einen Versatz zueinander und einen unterschiedlichen Abstand zu den ihnen zugeordneten ersten Reflexionsflächen (17) aufweisen, wobei der Versatz und der sich ändernde Abstand der Reflexionsflächen (24) sequentiell der Reihenfolge der ersten Reflexionsflächen (17) entspricht.
6. Anordnung nach Anspruch 5 dadurch gekennzeichnet, daß jeder zweiten Reflexionsfläche (24) dritte bis n-te Reflexionsflächen zugeordnet sind und die n-ten Reflexionsflächen in Ebenen angeordnet sind, die einen Versatz zueinander und einen unterschiedlichen Abstand zu den ihnen zugeordneten (n-1)-ten Reflexionsflächen aufweisen, wobei der Versatz und der sich ändernde Abstand der Reflexionsflächen sequentiell der Reihenfolge der (n-1)-ten Reflexionsflächen entspricht.
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß  $n = 3$  oder 4 ist.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Reflexionsflächen (17) durch einen treppenartig aufgebauten ersten Spiegel (18) gebildet sind,



## 23

9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflexionsflächen (17) ebene Flächenbereiche sind.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Reflexionsflächen (24) durch einen treppenartig aufgebauten zweiten Spiegel (21) gebildet sind.
11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflexionsflächen (24) ebene Flächenbereiche sind.
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Strahl jeder Laserdioden (2) ein streifen- oder bandartiger Wellenleiter (35) mit einem in Strahlrichtung sich öffnenden Keilwinkel zugeordnet ist, in dessen eine Stirnfläche der Strahl eintritt und an dessen gegenüberliegender Stirnfläche (40) jeweils die dem Strahl zugeordnete erste Reflexionsfläche (40) als abgeschrägte, den Strahl seitwärts reflektierende Fläche ausgebildet ist.
13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter zwei ebene Begrenzungsflächen aufweist, die von der Strahleintrittsseite zu der Strahlaustrittsseite unter einem Winkel zueinander verlaufen und auf einer gemeinsamen Ebene senkrecht stehen.
14. Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel im Bereich von  $5^\circ$  und  $15^\circ$  liegt und die Länge des Wellenleiters im Bereich von 2 mm bis 10 mm liegt.
15. Anordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Reflexionsflächen durch einen treppenartig aufgebauten zweiten Spiegel gebildet sind,
16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

daß den Strahlen jeder Laserdiode ein gemeinsamer plattenartiger Wellenleiter (50) mit einem in Strahlrichtung gesehen sich öffnenden Keilwinkel zugeordnet ist, in dessen eine Stirnfläche die Strahlen eintreten und an dessen gegenüberliegender Stirnfläche die Strahlen austreten, wobei sich der Abstand dieser Strahlaustritts-Stirnfläche von der ersten Laserdiode zu der letzten Laserdiode oder von den beiden äußersten Dioden zu einer mittleren Diode stetig vergrößert und wobei auf die Strahlaustritts-Stirnfläche ein Glasstab mit rechteckigem Querschnitt direkt aufgesetzt ist, dessen der Strahlaustritts-Stirnfläche benachbarte und die beabstandete, gegenüberliegende Fläche reflektierend ausgebildet sind und die Strahlen nach Totalreflexion aus einem Bereich des Glasstabs (51), der am weitesten von den Laserdioden entfernt ist, durch ein Strahlaustrittsfenster (55) austreten.

17. Anordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der plattenartige Wellenleiter zwei ebene Begrenzungsflächen aufweist, die von der Strahleintrittsseite zu der Strahlaustrittsseite unter einem Winkel zueinander verlaufen und auf einer gemeinsamen Ebene senkrecht stehen.
18. Anordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel im Bereich von  $5^\circ$  und  $15^\circ$  liegt und die Länge des Wellenleiters im Bereich von 5 mm bis 20 mm liegt.
19. Anordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Reflexionsflächen durch einen treppenartig aufgebauten zweiten Spiegel gebildet sind,
20. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß den Strahlen jeder Laserdiode ein gemeinsamer plattenartiger Wellenleiter (47; 49) mit vier Stirnflächen (46) zugeordnet ist, wobei jeweils zwei der Stirnflächen parallel zueinander verlaufen, in des-

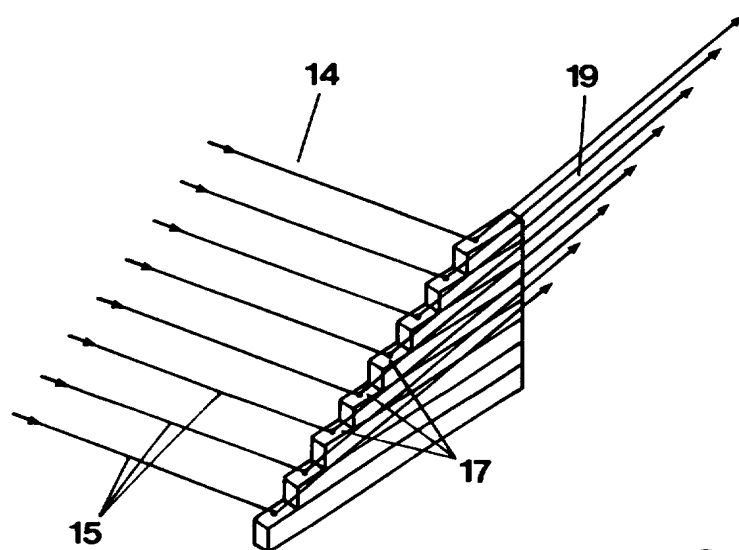
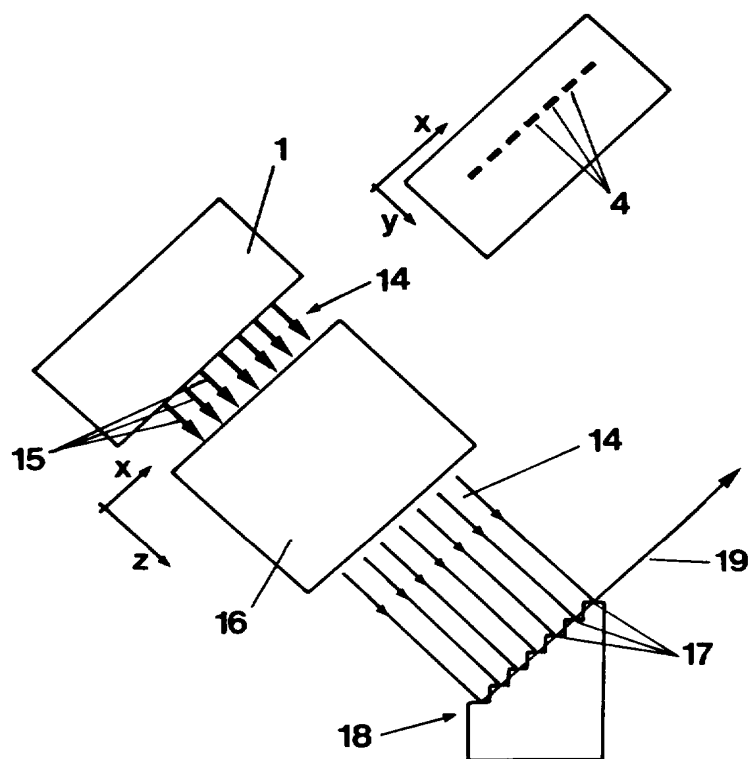
## 25

sen eine Stirnfläche (46) die Strahlen eintreten und dessen andere Stirnflächen die Strahlen reflektieren, wobei die Strahleintrittsfläche mit der Ebene der Strahl-Austrittsfläche der Laserdioden einen spitzen Winkel einschließt und wobei die Strahlen derart reflektiert werden, daß die Strahlen der einzelnen Dioden nach Zusammenführung durch ein Strahlaustrittsfenster (48) austreten.

21. Anordnung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils benachbarte Stirnflächen (46) unter einem Winkel von  $90^\circ$  zueinander verlaufen.
22. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß den Strahlen jeder Laserdiode ein gemeinsamer plattenartiger Wellenleiter (57) mit einem in Strahlrichtung senkrecht zu der Linie der Laserdiodenerstreckung gesehen sich öffnenden Keilwinkel zugeordnet ist, in dessen eine Stirnfläche (59) die Strahlen eintreten und an dessen gegenüberliegender Stirnfläche (60) die Strahlen austreten, und mit einem sich in Strahlrichtung gesehen parallel zu der Linie der Laserdiodenerstreckung gesehen verengenden Keilwinkel aufweist, wobei der plattenartige Wellenleiter um seine in Strahlrichtung verlaufende Längsachse eine Torsion aufweist.
23. Anordnung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Torsion  $180^\circ$  beträgt.
24. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Strahlaustrittsfläche und dem ersten Reflexionselement eine Abbildungsoptik (16) angeordnet ist.
25. Anordnung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsoptik (16) durch einen streifen- oder bandartiger Wellenleiter (27) mit einem in Strahlrichtung sich öffnenden Keilwinkel gebil-

det ist, in dessen eine Stirnfläche (31) der Strahl eintritt und aus dessen gegenüberliegender, der ersten Reflexionsfläche benachbarten Stirnfläche (32) jeweils austritt.

26. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Strahl jeder Laserdiode ein streifen- oder bandartiger Wellenleiter (43) mit einem sich in Strahlrichtung öffnenden Keilwinkel zugeordnet ist, wobei in Strahlrichtung gesehen, diese Wellenleiter (43) in einem gemeinsamen, plattenartigen Wellenleiter (44) zusammengefaßt sind, und die Strahlen aus einer freien, gegenüberliegenden Fläche des plattenartigen Wellenleiters (44) austreten.
27. Anordnung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (43, 44) einen in Strahlrichtung gesehen sich öffnenden Keilwinkel aufweist.
28. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Reflexionsflächen (17; 24) derart ausgerichtet sind, daß die einzelnen Strahlen (19) der Dioden nach der ersten Reflexionsfläche (17) in einer Abbildungsebene (20) treppenstufenartig zueinander versetzt sind und nach der zweiten Reflexionsfläche (24) in einer Abbildungsebene (25) übereinander bzw. untereinander liegen derart, daß sie ein zusammenhängendes Strahlungsfeld bilden.
29. Anordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, 20, 21, 25 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß der/die Wellenleiter (35; 47; 49; 27; 43; 44) und die Laserdioden (2) des Arrays (1) auf einem gemeinsamen Substrat (45) angeordnet sind.
30. Anordnung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (45) aus Silizium gebildet ist.



0 2 / 1 2

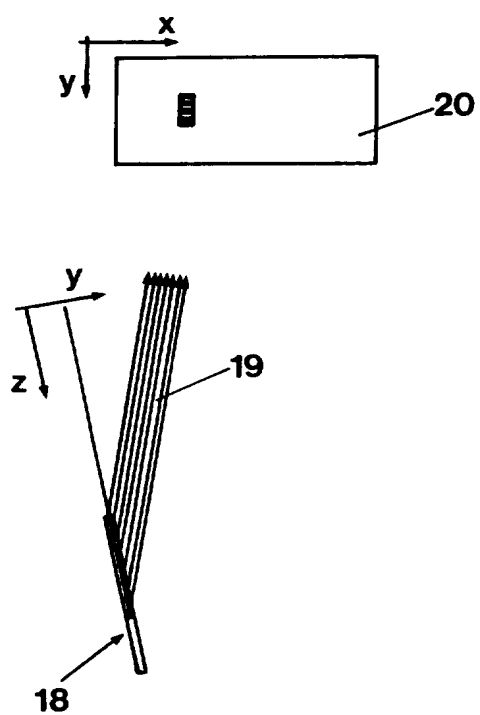


FIG.3

03 / 12

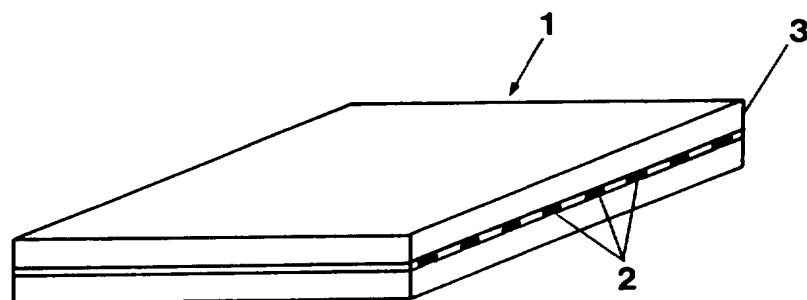


FIG. 4

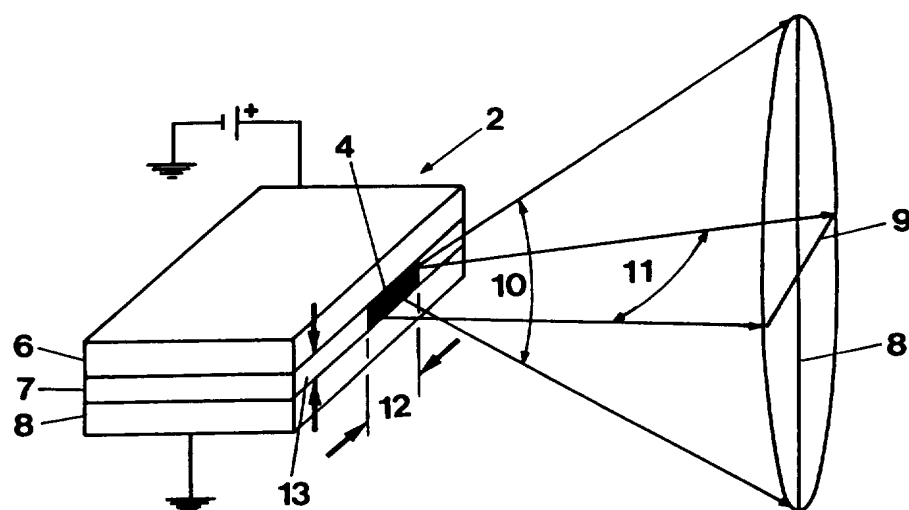


FIG. 5





0 5 / 1 2

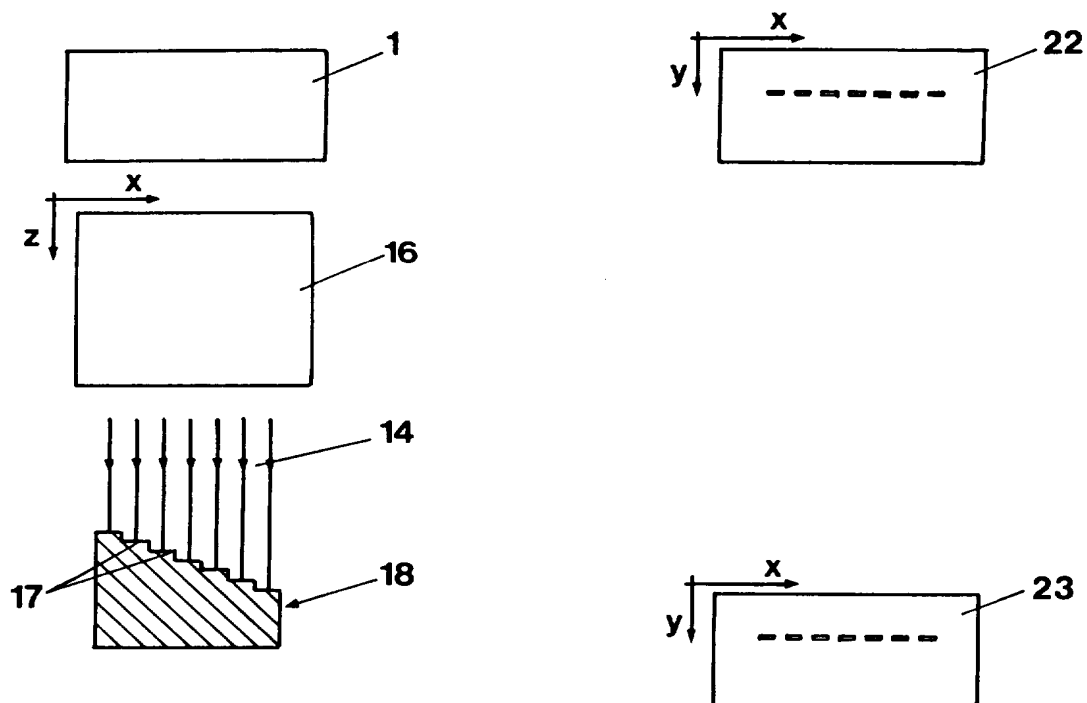


FIG. 7

06 / 12

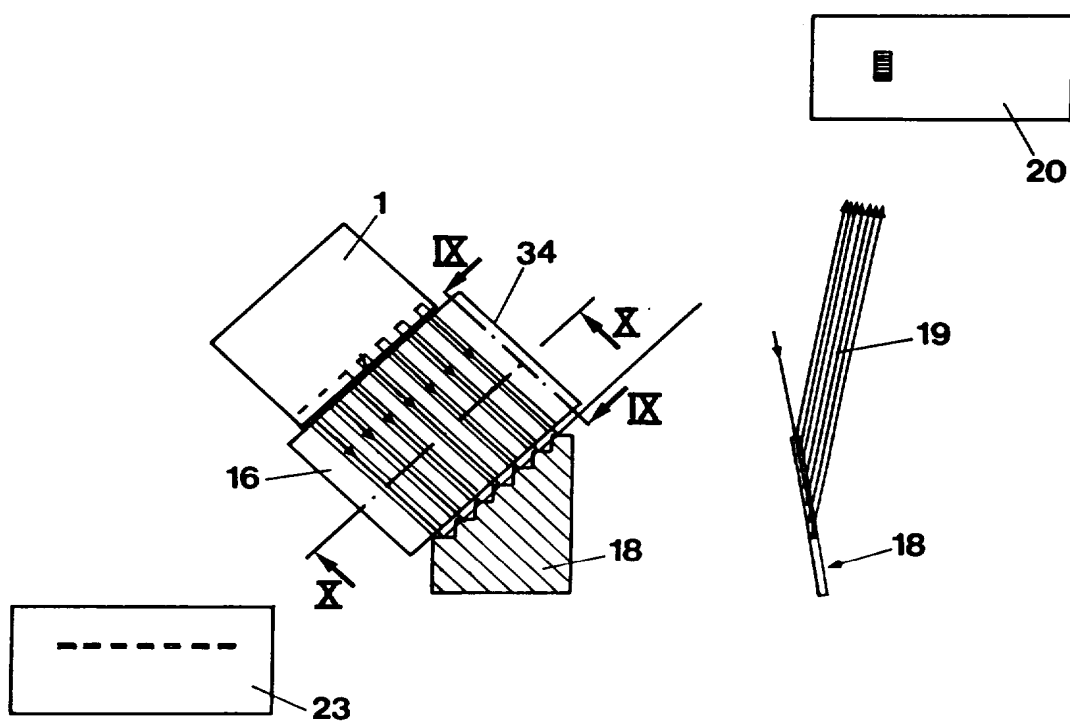


FIG. 8

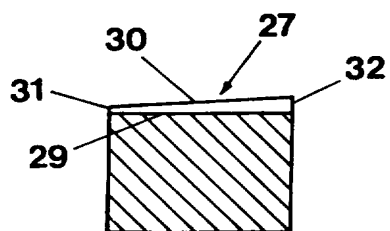


FIG. 9

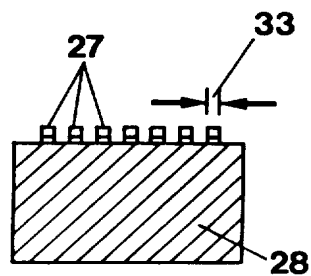


FIG. 10

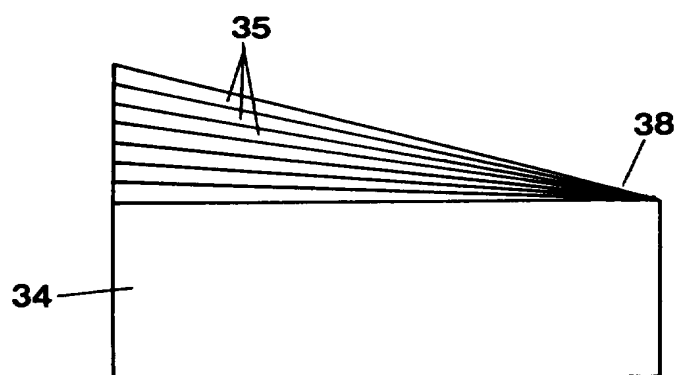


FIG. 13

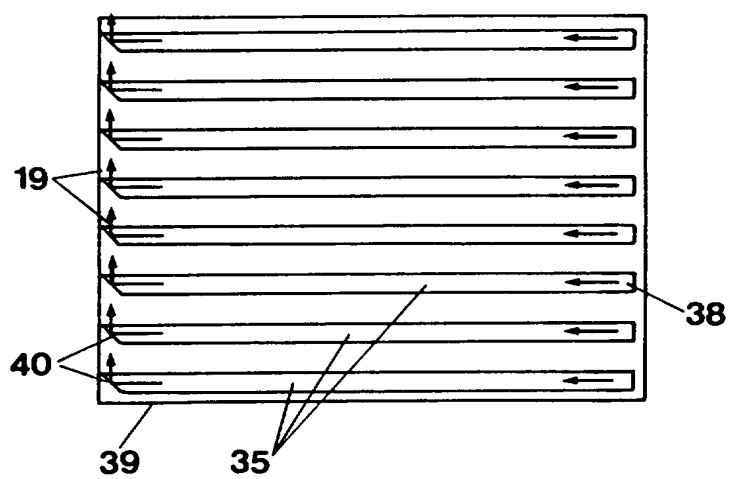


FIG. 11

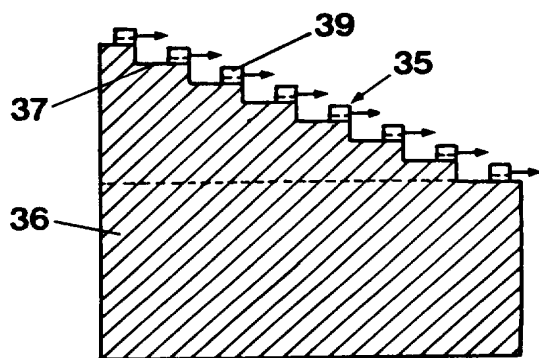


FIG. 12

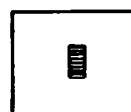


FIG. 14

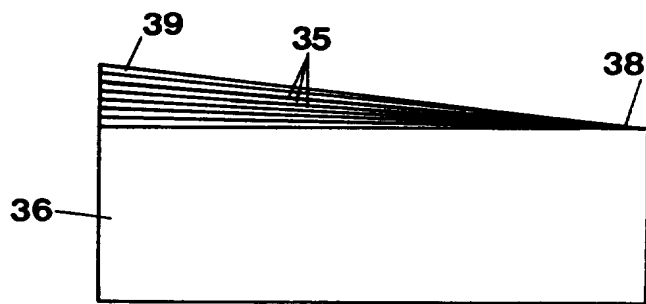


FIG. 17

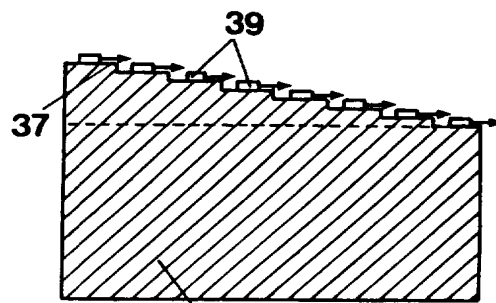


FIG. 16

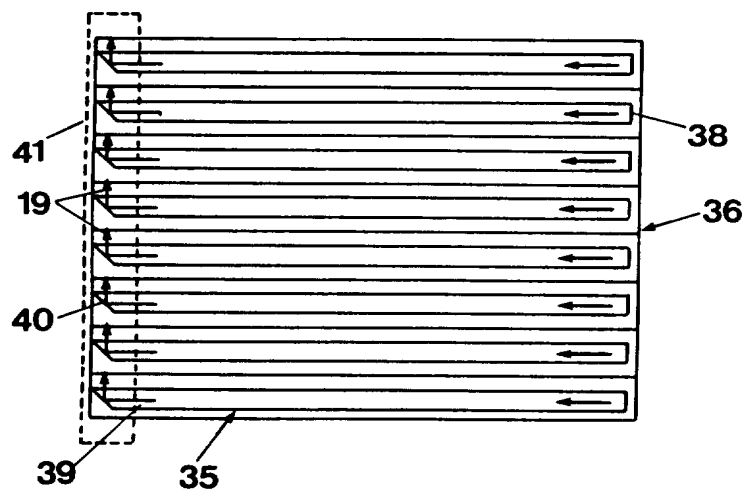


FIG. 15

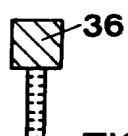


FIG. 20

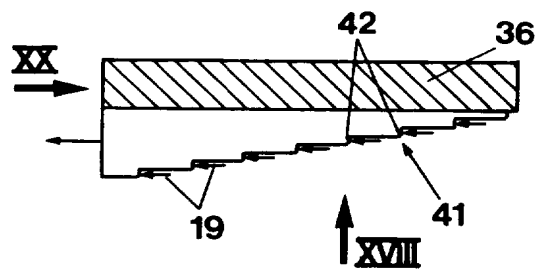


FIG. 19

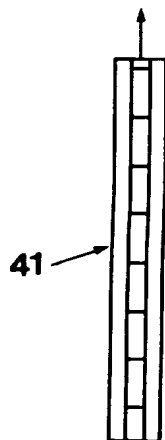


FIG.18



FIG. 21

0 9 / 1 2

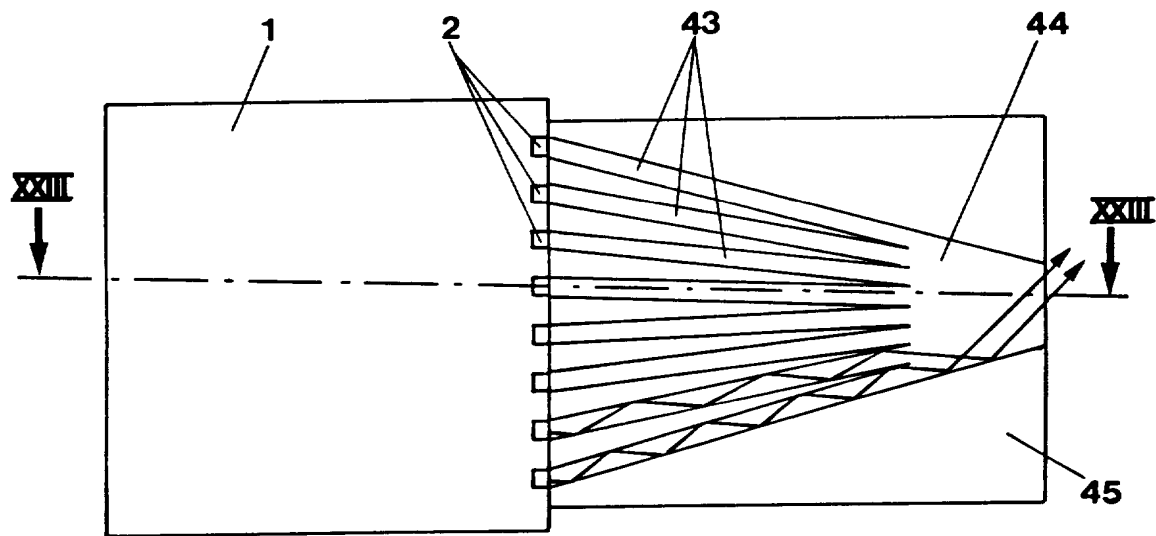


FIG. 22

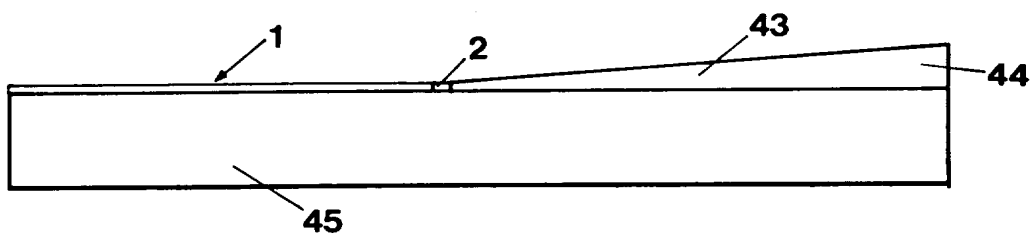


FIG. 23

10/12

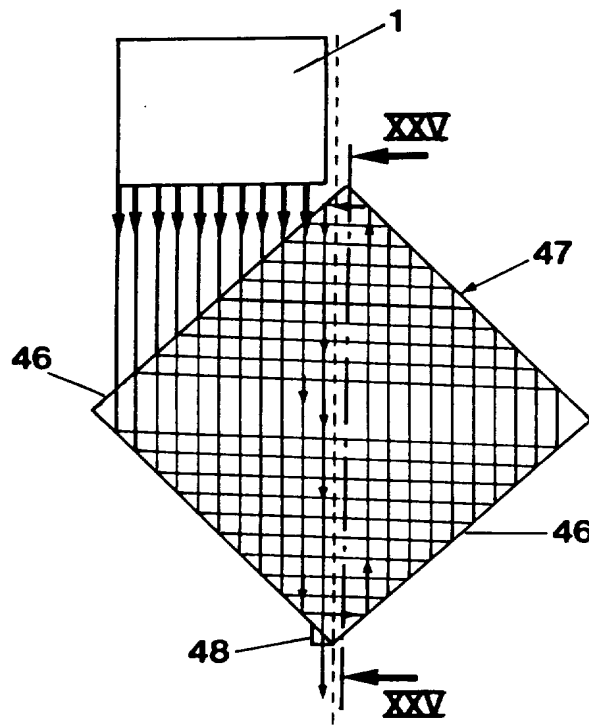


FIG. 24



FIG. 25

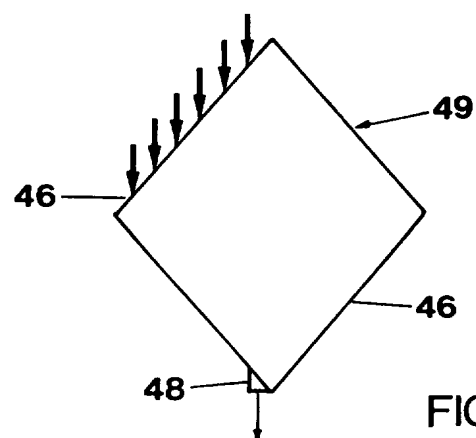


FIG. 26

1 1 / 1 2

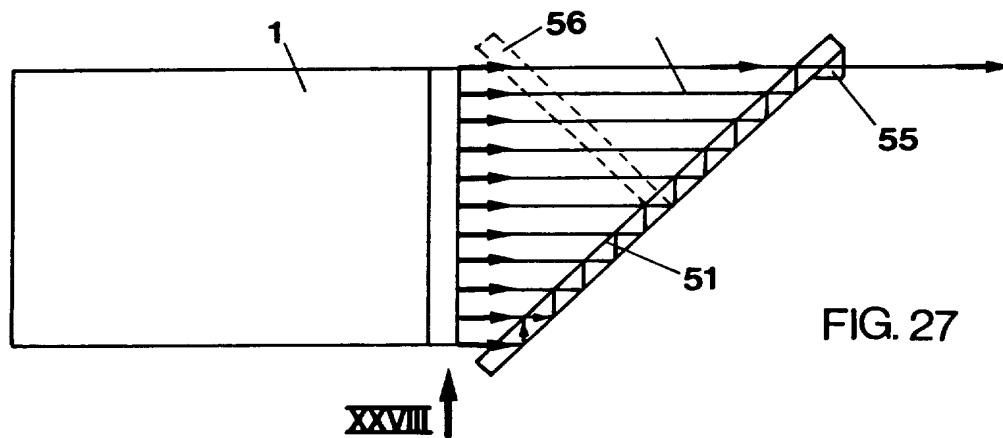


FIG. 27

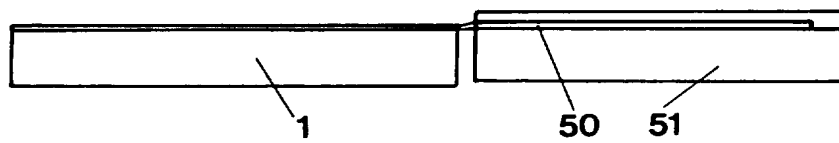


FIG. 28

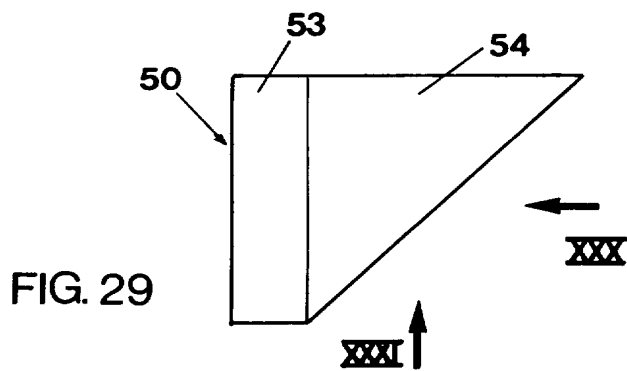


FIG. 29



FIG. 30

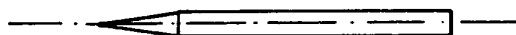


FIG. 31

12 / 12

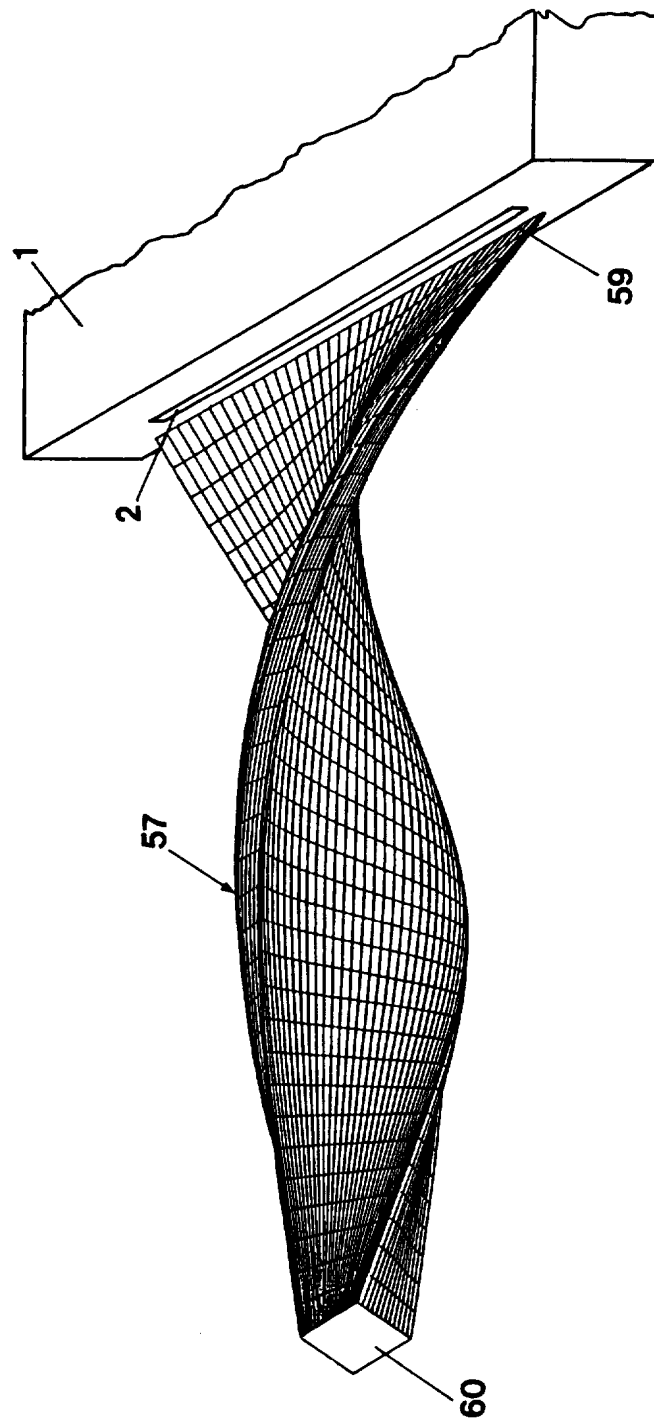


FIG. 32

ERSATZBLATT (REGEL 26)



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 95/04215

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H01S3/25 H01S3/00 G02B27/09 G02B27/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01S G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,4 986 634 (HORIKAU KAZUO ET AL) 22 January 1991	1-4,8,9
A	see figure 1	5
X	--- PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS EUROPE (CLEO/EUROPE), AMSTERDAM, AUG. 28 - SEPT. 2, 1994, no. -, 28 August 1994 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, page 410/411 XP 000475367 CLARKSON W A ET AL 'DIODE LASER BAR BEAM SHAPING TECHNIQUE'	1
A	see the whole document	2-6
A	--- US,A,4 128 308 (MCNANEY JOSEPH T) 5 December 1978 see abstract; figure 1 ---	1,20
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 February 1996

Date of mailing of the international search report

06.03.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Claessen, L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 95/04215

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,4 921 338 (MACKEN JOHN A ET AL) 1 May 1990 see abstract; figure 1 ---	1,22
A	US,A,5 268 978 (PO HONG ET AL) 7 December 1993 see abstract; figure 1 ---	1,22
A	US,A,4 763 975 (SCIFRES DONALD R ET AL) 16 August 1988 see abstract; figure 1 ---	1,16,22
A	US,A,4 725 131 (GOODWIN FRANK E ET AL) 16 February 1988 see abstract; figure 1 ---	1,16,22
A	EP,A,0 569 181 (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 10 November 1993 see abstract; figure 1 ---	1,12,16
P,X	OPTICS LETTERS, vol. 20, no. 2, 15 January 1995 pages 222-224, XP 000486652 EDWIN R P 'STRIPE STACKER FOR USE WITH LASER DIODE BARS' see the whole document ---	1
P,X	WO,A,95 15510 (UNIV SOUTHAMPTON) 8 June 1995 see abstract; claim 1; figures 1-8 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 95/04215

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4986634	22-01-91	JP-A- 2061611 JP-A- 2060181	01-03-90 28-02-90
US-A-4128308	05-12-78	NONE	
US-A-4921338	01-05-90	US-A- 5206763	27-04-93
US-A-5268978	07-12-93	CA-C- 2127288 EP-A- 0627091 JP-T- 7504049 WO-A- 9415234	09-01-96 07-12-94 27-04-95 07-07-94
US-A-4763975	16-08-88	US-A- 4818062 US-A- 4820010 US-E- RE33722	04-04-89 11-04-89 22-10-91
US-A-4725131	16-02-88	NONE	
EP-A-0569181	10-11-93	US-A- 5265177 CA-A- 2092840 JP-A- 6027355 US-A- 5332690	23-11-93 09-11-93 04-02-94 26-07-94
WO-A-9515510	08-06-95	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 95/04215

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 H01S3/25 H01S3/00 G02B27/09 G02B27/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 H01S G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US,A,4 986 634 (HORIKAWA KAZUO ET AL) 22. Januar 1991	1-4,8,9
A	siehe Abbildung 1 ---	5
X	PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS EUROPE (CLEO/EUROPE), AMSTERDAM, AUG. 28 - SEPT. 2, 1994, Nr. -, 28. August 1994 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, Seite 410/411 XP 000475367 CLARKSON W A ET AL 'DIODE LASER BAR BEAM SHAPING TECHNIQUE'	1
A	siehe das ganze Dokument ---	2-6
A	US,A,4 128 308 (MCNANEY JOSEPH T) 5. Dezember 1978 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,20
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Februar 1996

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06.03.96

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Claessen, L

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,4 921 338 (MACKEN JOHN A ET AL) 1.Mai 1990 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,22
A	US,A,5 268 978 (PO HONG ET AL) 7.Dezember 1993 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,22
A	US,A,4 763 975 (SCIFRES DONALD R ET AL) 16.August 1988 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,16,22
A	US,A,4 725 131 (GOODWIN FRANK E ET AL) 16.Februar 1988 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,16,22
A	EP,A,0 569 181 (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 10.November 1993 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,12,16
P,X	OPTICS LETTERS, Bd. 20, Nr. 2, 15.Januar 1995 Seiten 222-224, XP 000486652 EDWIN R P 'STRIPE STACKER FOR USE WITH LASER DIODE BARS' siehe das ganze Dokument ---	1
P,X	WO,A,95 15510 (UNIV SOUTHAMPTON) 8.Juni 1995 siehe Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 1-8 -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/04215

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-4986634	22-01-91	JP-A- 2061611 JP-A- 2060181	01-03-90 28-02-90
-----	-----	-----	-----
US-A-4128308	05-12-78	KEINE	
-----	-----	-----	-----
US-A-4921338	01-05-90	US-A- 5206763	27-04-93
-----	-----	-----	-----
US-A-5268978	07-12-93	CA-C- 2127288 EP-A- 0627091 JP-T- 7504049 WO-A- 9415234	09-01-96 07-12-94 27-04-95 07-07-94
-----	-----	-----	-----
US-A-4763975	16-08-88	US-A- 4818062 US-A- 4820010 US-E- RE33722	04-04-89 11-04-89 22-10-91
-----	-----	-----	-----
US-A-4725131	16-02-88	KEINE	
-----	-----	-----	-----
EP-A-0569181	10-11-93	US-A- 5265177 CA-A- 2092840 JP-A- 6027355 US-A- 5332690	23-11-93 09-11-93 04-02-94 26-07-94
-----	-----	-----	-----
WO-A-9515510	08-06-95	KEINE	
-----	-----	-----	-----